



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Offenlegungsschrift  
DE 196 16 526 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 23 Q 1/25  
B 23 C 3/16  
B 24 B 13/00

21 Aktenzeichen: 196 16 526.1  
22 Anmeldetag: 25. 4. 96  
43 Offenlegungstag: 8. 11. 97

DE 196 16 526 A 1

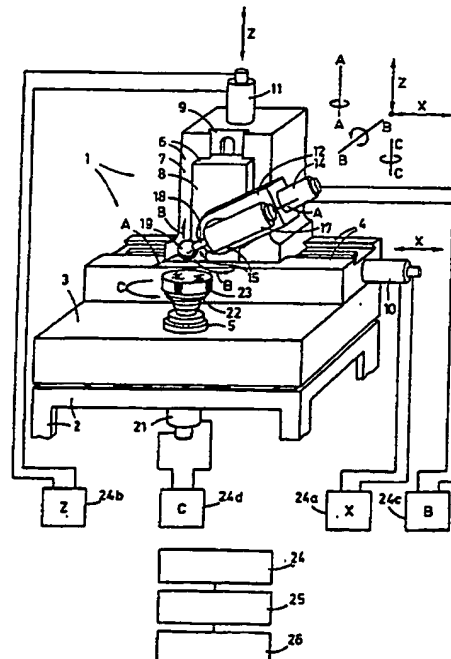
71 Anmelder:  
Jung, Rainer, 57290 Neunkirchen, DE

74 Vertreter:  
Hemmerich, Müller & Partner, 57072 Siegen

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

54 Maschine zur materialabtragenden Bearbeitung optischer Werkstoffe für die Herstellung von Optikteilen

57 Vorgeschlagen und beschrieben wird eine Maschine 1 zur materialabtragenden Bearbeitung optischer Werkstoffe, z. B. für die Herstellung von Brillengläsern, die sich dadurch auszeichnet, daß das Bearbeitungswerkzeug 19 relativ zum Werkstück 23 zusätzlich um eine Achse B-B gesteuert schwenkverstellbar angeordnet ist, die sich im rechten Winkel zu einer durch beide Koordinaten eines rechtwinkligen bzw. karthesischen Koordinatensystems geführten Ebene erstreckt. Dabei wird diese Schwenkverstell-Achse B-B in ständiger Flucht- bzw. Deckungslage mit einem Mittelpunkt M bzw. einem Zentrum zum Schneidenvverlauf des Bearbeitungswerkzeugs 19 um die Spindeldrehachse A-A gehalten und die Schwenkverstell-Achse B-B erstreckt sich zugleich auch ständig im rechten Winkel zur Drehachse A-A des Bearbeitungswerkzeuges 19. Der Winkelsupport 12 wird durch einen Stellmotor 14 um die Schwenkverstell-Achse B-B verlagert, welcher in rechnergesteuerter Verbindung mit einem Servoregler 24 steht.



BEST AVAILABLE COPY

DE 196 16 526 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Maschine zur materialabtragenden Bearbeitung optischer Werkstoffe für die Herstellung von Optikteilen, insbesondere von Brillengläsern, mit sphärischen, asphärischen, torischen, atorischen, zylindrischen oder auch anderen optisch wirksamen Flächen durch Fräs- und/oder Schleif- sowie Polierprozesse. Dabei umfaßt die Maschine

- einen Spindelstock mit einer rotierenden Spindel, auf deren freiem Ende ein Werkstückträger für einen Optikkörper, z. B. eine Blockspannvorrichtung für einen Linsenrohling, sitzt,
- einen Antriebskopf mit einer schnellaufenden Spindel für die Aufnahme eines Bearbeitungswerkzeugs, bspw. eines Fräasers oder Schleifkörpers,
- zwei Supporte oder Schlitten, die relativ zueinander und zu einem Grundgestell in einem rechtwinkligen oder karthesischen Koordinatensystem verstellbeweglich angeordnet sind,
- einen Winkelsupport, mit dem das Bearbeitungswerkzeug relativ zum Werkstückträger und/oder Optikkörper in die Bearbeitungspositionen bringbar ist,
- wobei durch die im Koordinatensystem verstellbaren Supporte oder Schlitten das Bearbeitungswerkzeug gegen das Werkstück bzw. den Optikkörper an- und zustellbar ist,
- wobei einer der Supporte oder Schlitten in Richtung der bzw. parallel zur Drehachse von Spindel und Werkstückträger des Spindelstockes verstellbar und der andere Support oder Schlitten quer zur Drehachse von Spindel und Werkstückträger Spindelstockes verstellbar ausgerichtet ist,
- und wobei die zu einer durch beide Koordinaten des Koordinatensystems geführten Ebene parallele Achsebene des Antriebskopfes und des Bearbeitungswerkzeuges mit der Drehachse der Werkstückträger-Spindel des Spindelstockes zusammenfällt.

Eine Maschine dieser gattungsgemäßen Art ist in der DE 41 35 306 A1 zusammen mit einem Verfahren und einem System zum Oberflächenbearbeiten und Kantenbeschneiden eines Brillenglasrohlings bereits offenbart.

Der DE 41 35 306 A1 können darüber hinaus auch noch eine Vielzahl von Informationen, Anforderungen und Bedingungen entnommen werden, die für eine Bearbeitung von Optikteilen, insbesondere Brillengläsern, auf der Grundlage gegebener Rezept- bzw. Verschreibungsdaten bedeutsam sind.

Die jeweiligen Rezept- bzw. Verschreibungsdaten werden einem elektronischen Rechner, bspw. mittels einer Eingabeeinheit, zugeführt und darin zur Beeinflussung eines Servoreglers verarbeitet. Der Servoregler setzt die im Rechner zu numerischen Maschinenbetriebsdaten umgewandelten Rezept- bzw. Verschreibungsdaten in Bewegungen von Antriebs- bzw. Stellmotoren um, von denen einer die jeweilige Drehwinkelage des Werkstückträgers mit dem Optikkörper um die Spindelstockachse relativ zum Bearbeitungswerkzeug einstellt bzw. positioniert. Von zwei weiteren Stellmotoren wird jeweils die axiale und die radiale Position zwischen dem Werkstück bzw. dem Optikkörper und dem Bearbeitungswerkzeug in der Zeiteinheit bestimmt. Jeder einzelne Bearbeitungspunkt am Werkstück bzw. Optikkörper aus einer sehr großen Anzahl von Bearbei-

tungspunkten, welche miteinander die Form der durch die Rezept- bzw. Verschreibungsdaten vorgegebenen optisch wirksamen Fläche des Optikteles (Brillenglases) definieren, besteht damit aus drei Koordinaten.

- 5 Auf jeden einzelnen Bearbeitungspunkt am Optikkörper bzw. Linsenrohling für das Brillenglas wirkt das Bearbeitungswerkzeug mit einem Umfangslinien-Bereich ein, welcher einerseits von der mit Hilfe des Winkelsupports fest voreingestellten Winkellage der Rotationsachse des Bearbeitungswerkzeuges gegenüber
- 10 derjenigen Rotationsebene abhängig ist, auf welcher der mit dem Optikkörper besetzte Werkstückträger mittels seiner Spindel im Spindelstock rotiert. Andererseits bestimmt sich jedoch der jeweils am Optikkörper
- 15 bzw. Linsenrohling in der Zeiteinheit wirksame Umfangslinien-Bereich des Bearbeitungswerkzeuges aus der durch die Rezept- bzw. Verschreibungsdaten vorgegebenen axialen und radialen Raumlage des betreffenden Bearbeitungspunktes gegenüber dem Ursprungspunkt 0 der jeweils betroffenen optisch wirksamen Fläche. Mit der sich gegenüber dem Ursprungspunkt 0 der jeweils vorgegebenen optisch wirksamen Fläche fortwährend ändernden Raumlage der einzelnen Bearbeitungs-
- 20 punkte ändern sich auch ständig die am Werkstück bzw. Optikkörper wirksam werdenden Umfangslinien-Bereiche des Werkzeuges und damit die Schnittbedingungen. Das gilt insbesondere für den Freiwinkel, also den Winkel zwischen der Schnittfläche des Werkstücks und der Freifläche der Schneide; für den Spanwinkel, also den Winkel zwischen der Senkrechten auf die Schnittfläche und der Spanfläche, sowie für den Schnitt-
- 25 winkel, also den Winkel zwischen Schnitt- und Spanfläche.

Es liegt auf der Hand, daß diese Art der Oberflächenbearbeitung des einen Optikkörper bildenden Werkstücks (Linsenrohlings) nicht frei von Fehlern sein kann und daß die diesem Fräs- und/oder Schleifprozeß eigentümlichen Bearbeitungsfehler sich nur noch mit dem nachfolgenden Polierprozeß — also entsprechend aufwendig — korrigieren lassen.

Nachteilig ist auch, daß bedingt durch die Arbeitsweise der vorbekannten Maschine nur Werkzeuge mit relativ kleinem Durchmesser zum Einsatz kommen können, weil nämlich beim Arbeiten mit Werkzeugen großen Durchmessers die Gefahr besteht, daß die Peripheriebereiche des jeweils in Bearbeitung befindlichen Optikkörpers (Linsenrohling) in höchst unerwünschter Weise beschädigt werden.

Es ist nun das Ziel der Erfindung, die den bekannten Maschinen der eingangs erwähnten Art noch eigentümlichen Unzulänglichkeiten zu überwinden und die materialabtragende Bearbeitung optischer Werkstoffe für die Herstellung von Optikteilen, insbesondere von Brillengläsern, zu erleichtern. Es liegt deshalb der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Maschine der eingangs näher spezifizierten Gattung dahingehend weiter zu verbessern, daß sich eine höhere Präzision zumindest bei der Durchführung der Fräs- und/oder Schleifprozesse an den Optikkörpern, insbesondere Linsenrohlingen, erreichen läßt. Darüber hinaus soll aber auch die Möglichkeit geschaffen werden, für die Bearbeitung der optisch wirksamen Flächen an den Werkstücken Werkzeuge mit größeren Durchmessern einsetzen zu können, um dadurch höhere Spanleistungen und eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit zu erhalten.

Es wurde gefunden, daß die Lösung dieser relativ komplexen Aufgabe verblüffend einfach erreichbar ist, wenn

- der Winkelsupport mit Antriebskopf und dem Bearbeitungswerkzeug eine Achse gesteuert schwenkverstellbar angeordnet ist, die sich im rechten Winkel zu der durch beide Koordinaten des Koordinatensystems geführten Ebene erstreckt,
- diese Schwenkverstell-Achse in ständiger Flucht- bzw. Deckungslage mit einem Mittelpunkt (Zentrum) zum Schneidenverlauf des Bearbeitungswerkzeuges um die Spindeldrehachse des Antriebskopfes gehalten ist,
- und diese Schwenkverstell-Achse sich zugleich auch ständig im rechten Winkel zur Spindeldrehachse des Antriebskopfes bzw. Bearbeitungswerkzeuges erstreckt,
- wobei außer dem Antriebs- bzw. Stellmotor der Werkzeugträger-Spindel und den Stellmotoren für die beiden Supporte oder Schlitten auch noch ein weiterer Stellmotor für die Schwenkverstell-Achse des Winkelsupports in rechnergesteuerter Verbindung mit einem Servoregler steht.

Zusätzlich zu den Rotationsachsen von Werkstückträger und Bearbeitungswerkzeug sowie zu den beiden Koordinatenachsen des rechtwinkligen oder karthesischen Koordinatensystems wird also erfindungsgemäß an der Maschine eine fünfte Bewegungsachse verfügbar gemacht. Über diese läßt sich — rechnergesteuert — die An- und Zustellung des Bearbeitungswerkzeuges relativ zu dem der Bearbeitung zu unterwerfenden Optikkörper, insbesondere dem Linsenrohling für ein Brillenglas, zusätzlich beeinflussen. Es wird nämlich erreicht, daß zumindest die Fräs- und/oder Schleifprozesse zur Ausbildung der optisch wirksamen Flächen an den Optikkörpern, insbesondere an den Linsenrohlingen für Brillengläser, mit einer Präzision ablaufen, die einen nachfolgend notwendigen Polierprozeß erheblich verringert bzw. minimiert.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß der Winkelsupport aus einer auf die Drehachse von Spindel und Werkzeugträger des Spindelstockes ausgerichteten Grund- bzw. Ausgangsstellung um die Schwenkverstell-Achse sowohl im Uhrzeiger-Drehsinn als auch im Gegenuhrzeiger-Drehsinn jeweils um einen Winkel von bis zu 90° verlagerbar vorgesehen bzw. angeordnet ist. Hierdurch wird nämlich gewährleistet, daß sich alle verfügbaren Bauformen von Bearbeitungswerkzeugen problemlos zur materialabtragenden Bearbeitung der optischen Werkstoffe einsetzen lassen. Dabei ist besonders wichtig, daß nach der Erfindung der Schneidenverlauf am Bearbeitungswerkzeug bezogen auf dessen in ständiger Flucht- bzw. Deckungslage mit der Schwenkverstell-Achse des Winkelsupports gehaltenen bzw. ausgerichteten Mittelpunkt mit einem definierten Durchmesser und auf einem definierten Kreis ausschnitt vorgesehen werden kann. Der Schneidenverlauf des Bearbeitungswerkzeuges läßt sich dann nämlich mittels des Winkelsupports relativ zu dem vom Werkstückträger des Spindelstockes gehaltenen Optikkörper auf jeden beliebigen Bearbeitungspunkt eines von Verschleiß- bzw. Rezeptinformationen bestimmten Satzes von Bearbeitungspunkt-Daten mit Hilfe des rechnergesteuerten Servoreglers exakt tangential ausrichten.

In erfindungsgemäßer Weiterbildung der Maschine hat es sich besonders bewährt, wenn die Spindel mit dem Werkstückträger im Spindelstock drehantreibbar, aber relativ zu einem Grundgestell axial fest gelagert ist,

und wenn der Antriebskopf mit Werkzeugspindel und Bearbeitungswerkzeug aus dem vom Spindelstock unabhängigen bzw. getrennt am Grundgestell angeordneten Support bzw. Schlitten sitzt, wobei der Schlitten in Richtung der bzw. parallel zur Drehachse von Spindel und Werkstückträger des Spindelstockes relativ zum Grundgestell verstellbar ist. Darüber hinaus kann der Winkelsupport für den Antriebskopf mit Werkzeugspindel und Bearbeitungswerkzeug tragende Support bzw. Schlitten der eine Teil eines Kreuzsupports oder -schlittens sein, welcher mit seinem anderen Support- bzw. Schlittenteil verstellbeweglich auf dem Grundgestell ruht, auf bzw. in dem der Spindelstock mit der Werkstückträger-Spindel axial fest angeordnet ist.

Bei einer anderen Bauart einer Maschine nach der Erfindung kann die Spindel mit dem Werkstückträger im Spindelstock drehantreibbar, aber axial fest gelagert sein, während der Spindelstock auf einem Support bzw. Schlitten sitzt, der in Richtung bzw. parallel zur Drehachse von Spindel und Werkstückträger verstellbar an einem Grundgestell geführt ist, wobei der Winkelsupport für den Antriebskopf mit Werkzeugspindel und Bearbeitungswerkzeug von einem zweiten Support bzw. Schlitten getragen ist, welcher in Richtung quer zur Drehachse von Spindel und Werkstückträger des Spindelstockes verstellbar ebenfalls auf dem Grundgestell geführt ist.

In allen Fällen hat sich ein Aufbau der erfindungsgemäßen Maschine bewährt, bei dem die Drehachse von Spindel und Werkstückträger des Spindelstockes im Grundgestell vertikal orientiert bzw. ausgerichtet ist.

Es ist selbstverständlich aber auch durchaus denkbar, die Drehachse von Spindel und Werkstückträger des Spindelstockes im Grundgestell horizontal orientiert bzw. ausgerichtet vorzusehen, wenn das — wie im Falle der DE 41 35 306 A1 vorgesehen ist — wünschenswert oder notwendig erscheint. In diesem Falle wäre dann die Verstellbarkeit der beiden Supporte oder Schlitten im rechtwinkligen oder karthesischen Koordinatensystem insgesamt horizontal orientiert vorzusehen, die Schwenkverstell-Achse für den Winkelsupport jedoch vertikal auszurichten.

In den beigefügten Zeichnungen ist die erfindungsgemäße Maschine in einem Ausführungsbeispiel dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 in schematisierter Raumformdarstellung alle wesentlichen Bau- und Funktionskomponenten einer Maschine zur materialabtragenden Bearbeitung optischer Werkstoffe,

Fig. 2 die funktionswesentlichen mechanischen Baukomponenten der Maschine nach Fig. 1 in Ansicht von vorne,

Fig. 3 die funktionswesentlichen mechanischen Baukomponenten der Maschine nach Fig. 1 in Seitenansicht von rechts gesehen, während die

Fig. 4a, 4b und 4c drei verschiedene Bearbeitungspositionen eines als Bearbeitungswerkzeug benutzten Fräsers an ein und derselben Linse für ein Brillenglas wiedergeben, die aus einem Optikkörper, z. B. einem von einer Blockspanneinrichtung getragenen Linsenrohling herauszuarbeiten ist.

In den Fig. 1 bis 3 der Zeichnung ist eine Maschine 1 zu sehen, mit deren Hilfe eine materialabtragende Bearbeitung optischer Werkstoffe für die Herstellung von Optikeilen, insbesondere von Brillengläsern, durch Fräs- und/oder Schleif- sowie Polierprozesse vorgenommen werden kann. Diese Maschine 1 hat ein Grundgestell 2 und einen darauf ruhenden Hauptkörper 2, der

in seinem hinteren Bereich mit einem horizontal ausgerichteten Führungsbett 4 verbunden ist. Der vordere Bereich des Hauptkörpers 3 enthält oder bildet hingegen einen sogenannten Spindelstock 5. Auf dem Führungsbett 4 ruht ein Kreuzsupport oder -schlitten 6, dessen beide Supporte oder Schlitten 7 und 8 relativ zum Hauptkörper 3 und zum Grundgestell 2 in einem rechtwinkligen oder karthesischen Koordinatensystem verstellbeweglich angeordnet sind. Dabei ist der Support bzw. Schlitten 7 entlang dem horizontalen Führungsbett 4 in Richtung der X-Koordinate verschiebbar angeordnet, während der Support bzw. Schlitten 8 entlang einer Führung 9 des Supports bzw. Schlittens 7 vertikal in Richtung der Z-Koordinate verstellbar ist. Die Bewegungen des Kreuzsupports oder -schlittens 6 werden durch zwei Stellmotoren 10 und 11 hervorgebracht. Dabei sitzt der Stellmotor 10 seitlich am Hauptkörper 3 der Maschine 1 und bewirkt die Bewegung des Supports bzw. Schlittens 7 entlang dem Führungsbett 4. Der Stellmotor 11 ist oben auf dem Schlitten 7 angeordnet und dient der Bewegung des Supports bzw. Schlittens 8 entlang der Führung 9.

An der Stirnseite des Supports bzw. Schlittens 8 ist ein Winkelsupport 12 angeordnet. Und zwar ist er daran um einen horizontalen Schwenkverstell-Zapfen 13 beweglich, der von der Stirnseite des Supports bzw. Schlittens 8 absteht und mit einer Achse B-B fluchtet, die rechtwinklig zu der den beiden Koordinaten X und Z gemeinsamen Ebene verläuft. Um den Schwenkverstell-Zapfen 13 bzw. um die Achse B-B ist der Winkelsupport 12 gesteuert schwenkverstellbar. Das mit Hilfe eines weiteren Stellmotors 14, der bspw. an dem vom Schwenkverstell-Zapfen 13 entfernten Ende des Winkelsupports 12 sitzt. Dabei läßt sich der Winkelsupport aus einer vertikal ausgerichteten Grund- bzw. Ausgangsstellung (vgl. Fig. 2) um den Schwenkverstell-Zapfen 13 sowohl im Uhrzeiger-Drehsinn als auch im Gegenuhrzeiger-Drehsinn jeweils um einen Winkel bis zu 90° verlagern. D.h., er ist insgesamt um 180° relativ zum Support oder Schlitten 8 schwenkverstellbar angeordnet.

Am Winkelsupport 12 ist wiederum ein Antriebskopf 15, bspw. über einen Ausleger 16 befestigt. Dieser weist eine über einen Antriebsmotor 17 schnellaufend drehantreibbare Spindel 18 zur Aufnahme eines Bearbeitungswerkzeuges 19, bspw. eines Fräasers oder eines Schleifkörpers auf. Dabei rotiert die Spindel 18 mit dem Bearbeitungswerkzeug 19 im Antriebskopf 15 um eine Achse A-A, die sich immer rechtwinklig zur Achse B-B des Schwenkverstell-Zapfens 13 für den Winkelsupport 12 erstreckt und diese ständig in einem Punkt M schneidet.

Mit Hilfe des Winkelsupports 12 läßt sich der Antriebskopf 15 um den Schwenkverstell-Zapfen 13 bzw. um dessen Achse B-B so bewegen, daß sich die gemeinsame Rotationsachse A-A von Spindel 18 und Bearbeitungswerkzeug 19 auf einer Ebene winkelverlagert, die sich parallel zur gemeinsamen Ebene durch die beiden Koordinaten X und Z erstreckt. Wichtig dabei ist, daß der Schnittpunkt M zwischen den beiden Achsen A-A und B-B auch in ständiger Flucht- bzw. Deckungslage mit einem Mittelpunkt bzw. Zentrum zum Schneidenverlauf des Bearbeitungswerkzeuges 19 gehalten wird, wie das deutlich in den Fig. 2 und 3 der Zeichnung zu sehen ist.

Die Ebene, auf welcher die gemeinsame Rotationsachse A-A der Spindel 18 des Antriebskopfes 15 und des Bearbeitungswerkzeuges 19 mit Hilfe des Winkelsupp-

orts um den Schwenkverstell-Zapfen 13 bzw. um dessen Achse B-B verlagert werden kann, stellt ständig mit einer Achse C-C zusammen, um die im Spindelstock 5 des Hauptkörpers 3 der Maschine 1 eine Spindel 20 rotieren kann, die von einem Antriebs- bzw. Stellmotor 21 bewegt wird. Auf das nach oben gerichtete freie Ende der Spindel 20 ist ein Werkstückträger 22 für einen Optikkörper 23 gesetzt, bspw. eine Blockspaneinrichtung für einen Linsenrohling.

Gegen den vom Werkstückträger 22 gehaltenen Optikkörper 23, bspw. den Linsenrohling, kann mit Hilfe der beiden Supporte bzw. Schlitten 7 und 8 des Kreuzsupports oder -schlittens 6 das im Antriebskopf 15 sitzende Bearbeitungswerkzeug 19 zur Durchführung der materialabtragenden Bearbeitung an- und zugestellt werden. Dabei wird das Bearbeitungswerkzeug 19, bspw. ein Fräser oder Schleifkörper, mittels des Antriebsmotors 17 und der Spindel 18 des Antriebskopfes 15 um die Achse A-A in schnellaufende Drehung versetzt. Sogleich kann der Werkstückträger 22 mit dem Optikkörper 23 mit Hilfe des Antriebs- und Stellmotors 21 und der Spindel 20 intermittierend oder auch ständig um die Achse C-C des Spindelstockes 5 gedreht werden.

Während das im Antriebskopf 15 sitzende Bearbeitungswerkzeug 19 mit Hilfe des Antriebsmotors 17 um die Achse A-A in Rotation versetzt wird, findet die Bewegungssteuerung nicht nur für die beiden Supporte bzw. Schlitten 7 und 8 des Kreuzsupports 6 in Richtung der Koordinaten X und Z, sondern auch für die Schwenkverstellung des Winkelsupports um die Achse B-B und für die Drehverlagerung des Optikkörpers 23 um die Achse C-C des Spindelstockes 5 in simultaner Abhängigkeit von einem Servoregler 24 statt. Dieser steht wiederum mit einem Rechner 25 — Computer — in Verbindung. Der Servoregler 24 hat dabei jeweils eine Regler-Komponente 24a für den Stellmotor 10, eine Komponente 24b für den Stellmotor 11, eine Komponente 24c für den Stellmotor 14 und eine Komponente 24d für den Antriebs- und Stellmotor 21.

Dem Rechner 25 — Computer — werden, bspw. mit Hilfe einer geeigneten Eingabeeinheit 26, die jeweiligen Rezept- bzw. Verschreibungsdaten zugeführt. Nach deren Verarbeitung beeinflußt er dann den Servoregler 24 bzw. dessen einzelne Komponenten 24a, 24b, 24c und 24d. Diese wirken wiederum auf die Stellmotoren 10, 11, 14 und den Antriebs- bzw. Stellmotor 21 ein, damit hierdurch die Bewegungen nicht nur der Supporte bzw. Schlitten 7 und 8 des Kreuzsupports oder -schlittens 6, sondern auch des Winkelsupports 12 und der Spindel 20 des Spindelstockes 5 mit dem Werkstückträger 22 und dem Optikkörper 23 hervorgebracht werden können. Hiernach fährt dabei das Bearbeitungswerkzeug 19 — der Fräser oder Schleifkörper — am Optikkörper 23, bspw. an einem Linsenrohling, eine große Vielzahl einzelner Bearbeitungspunkte ab, um dort die entsprechende materialabtragende Bearbeitung vorzunehmen. Währenddessen ist es außerordentlich wichtig, daß der Schnittpunkt M zwischen der Rotationsachse A-A des Bearbeitungswerkzeuges 19 und der Achse B-B des Schwenkverstell-Zapfens 13 des Winkelsupports 12 in ständiger Flucht- bzw. Deckungslage mit einem Mittelpunkt bzw. Zentrum zum Schneidenverlauf des Bearbeitungswerkzeuges 19 gehalten wird. Nur so kann nämlich gewährleistet werden, daß an jedem beliebigen Bearbeitungspunkt des Optikkörpers 23 auch optimale Arbeitsbedingungen eingehalten und somit Bearbeitungsfehler am Optikkörper 23, bspw. dem Linsenrohling eines Brillenglases, vermieden werden.

Während sich aus den Fig. 1 bis 3 der Zeichnung der Gesamtaufbau der Maschine 1 als materialabtragende Bearbeitung optischer Werkstoffe ergibt, zeigen die Fig. 4a, 4b und 4c drei verschiedene Arbeitspositionen des Bearbeitungswerkzeuges 19, bspw. eines Fräasers, an ein und demselben Optikkörper 23. Zu erwähnen ist dabei, daß jede der Fig. 4a bis 4c nicht nur den Werkstückträger 22, sondern auch den Optikkörper 23 und das Bearbeitungswerkzeug 19 in einem gegenüber den Fig. 1 bis 3 wesentlich vergrößerten Maßstab wiedergibt. Auch hat das Bearbeitungswerkzeug 19 nach den Fig. 4a bis 4c keinen vollständig kugelförmig ausgestalteten Messerkopf 27, wie in den Fig. 1 bis 3 gezeigt. Vielmehr ist der Messerkopf 27 nach den Fig. 4a bis 4c im wesentlichen kegelstumpfförmig gestaltet und dabei lediglich im Bereich seines freien Endes mit einem Kugelschicht-Längenabschnitt 28 ausgestattet, dessen Kugelzentrum M mit der Rotationsachse A-A des Bearbeitungswerkzeuges 19 zusammenfällt; darüber hinaus aber auch — und das ist außerordentlich wichtig — mit der Achse B-B des Schwenkverstell-Zapfens 13 für den Winkelsupport 12 nach den Fig. 1 bis 3. Da der Mittelpunkt bzw. das Zentrum M zum Kugelschicht-Längenabschnitt 28 des Messerkopfes 27 innerhalb des sich zum Schaft 29 des Bearbeitungswerkzeuges 19 hin verjüngenden Kegelstumpf-Abschnitts liegt, ist klar, daß der Kugelschicht-Längenabschnitt 28 seine Kreisfläche 30 mit dem kleinen Durchmesser am freien Ende des Messerkopfes 27 hat, diese also vom Schaft 29 abgewendet ist.

Es sei nun — unter Betrachtung der Fig. 4a bis 4c — angenommen, daß aus dem auf dem Werkstückträger 22 befestigten Optikkörper 23 eine Linse 31 mit zwei optisch wirksamen Flächen, nämlich einer konvexen Linsenfläche 32 und einer konkaven Linsenfläche 33 herausgearbeitet werden soll. Auch sei angenommen, daß es im dargestellten Beispiel dabei um die Herstellung der konkaven Linsenfläche 33 durch materialabtragende Bearbeitung des Optikkörpers 23 mit Hilfe der Maschine 1 geht.

Bei der Durchführung dieser materialabtragenden Bearbeitung soll erreicht werden, daß der Messerkopf 27 des Bearbeitungswerkzeuges 19 an jedem einzelnen durch die Rezept- bzw. Verschreibungsdaten vorgegebenen Bearbeitungspunkt aus einer sehr großen Anzahl von Bearbeitungspunkten möglichst immer mit dem gleichen Umfangslinien-Bereich 34 seines Kugelschicht-Längenabschnitts 28 zur Wirkung kommt. Das ist in jeder der Fig. 4a bis 4c durch die Schnittpunkte einer sich normal zur Rotationsachse A-A erstreckenden strichpunktiierten Linie mit der Umfangsfläche des Kugelschicht-Längenabschnitts 28 angedeutet.

Damit das Bearbeitungswerkzeug 19 diese Bedingungen immer, also unabhängig davon erfüllt, welcher Krümmungsbereich der konkaven Linsenfläche 33 augenblicklich von ihm bearbeitet wird, muß es mit seinem Messerkopf 27 ständig um dessen mit der Achse B-B fluchtendes Zentrum M winkelverlagert werden. Diese Winkelverlagerung muß dabei so genau und gezielt über den auf dem Schwenkverstell-Zapfen 13 gelagerten Winkelsupport 12 angesteuert werden, daß der vorgegebene Umfangslinien-Bereich 34-34 eine Tangente berührt, die sowohl am Krümmungsbogen des Kugelschicht-Längenabschnitts 28 als auch am Krümmungsbogen der konkaven Linsenfläche 33 anliegt. Welche unterschiedlichen Winkellagen für die Rotationsachse A-A des Bearbeitungswerkzeuges 19 relativ zur Drehachse C-C des Optikkörpers 23 bzw. der aus

diesem herauszuarbeiten, Linse 31 dabei einzustellen sind, läßt dabei ein Vergleich der Fig. 4a bis 4c miteinander deutlich erkennen.

Im Falle der Fig. 4a kann man unterstellen, daß das Bearbeitungswerkzeug 19 mit dem Umfangslinienbereich 34-34 seines Kugelschicht-Längenabschnitts 28 auf denjenigen Bearbeitungspunkt der konkaven Linsenfläche 33 einwirkt, welcher mit dem Ursprungspunkt 0 ihrer optisch wirksamen Fläche zusammenfällt.

Im Falle der Fig. 4b hat das Bearbeitungswerkzeug 19 mit dem gleichen Umfangslinien-Bereich 34-34 hingegen einen Bearbeitungspunkt an der konkaven Linsenfläche 33 erreicht, welcher weit links von der Mitte und relativ nahe dem linken Begrenzungsrand der herzustellenden Linse 31 liegt.

In Fig. 4c ist schließlich die Wirkstellung des Bearbeitungswerkzeuges 19 nahe dem rechten Begrenzungsrand der fertigzustellenden Linse 31 zu sehen, wobei auch dort der Kugelschicht-Längenabschnitt 28 des Bearbeitungswerkzeuges 19 mit seinem Umfangslinien-Bereich 34-34 auf einen Bearbeitungspunkt nahe dem rechten Linsenrand einwirkt.

Die völlig unterschiedlichen Winkel lagen der Rotationsachse A-A des Bearbeitungswerkzeuges 19 um die Achse B-B bzw. den damit zusammenfallenden Mittelpunkt M des Messerkopfes 27 lassen sich aus den Fig. 4a bis 4c deutlich entnehmen.

Abschließend soll ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß die vorstehend in ihrem Aufbau und in ihrer Wirkungsweise erläuterte Maschine 1 nicht auf den Einsatz eines Bearbeitungswerkzeuges 19 beschränkt ist, wie es in den Fig. 4a bis 4c gezeigt wird und anhand derselben auch erläutert worden ist.

Wie eingangs ausdrücklich hervorgehoben wurde, ist es vielmehr wichtig, daß Bearbeitungswerkzeuge jeder verfügbaren Bauart benutzt und so gesteuert werden können, daß die materialabtragende Bearbeitung sich mit erhöhter Präzision vollziehen läßt.

#### 40 Bezugszeichenliste

- 1 Maschine
- 2 Grundgestell
- 3 Hauptkörper
- 4 Führungsbett
- 5 Spindelstock
- 6 Kreuzsupport oder -schlitten
- 7 Support bzw. Schlitten
- 8 Support bzw. Schlitten
- 9 Führung
- 10 Stellmotor
- 11 Stellmotor
- 12 Winkelsupport
- 13 Schwenkverstell-Zapfen
- 14 Stellmotor
- 15 Antriebskopf
- 16 Ausleger
- 17 Antriebsmotor
- 18 Spindel
- 19 Bearbeitungswerkzeug
- 20 Spindel
- 21 Antriebs- bzw. Stellmotor
- 22 Werkstückträger
- 23 Optikkörper
- 24 Servoregler
- 24a, 24b, 24c, 24d Komponenten des Servoreglers
- 25 Rechner (Computer)
- 26 Eingabeeinheit

- 27 Messerkopf des Bearbeitungswerkzeugs 19  
 28 Kugelschicht-Längenabschnitt  
 29 Schaft  
 30 kleine Kreisfläche zum Kugelschicht-Längenabschnitt  
 31 Linse  
 32 konvexe Linsenfläche  
 33 konkave Linsenfläche  
 34-34 Umfangslinien-Bereich des Kugelschicht-Längenabschnitts  
 A-A Rotationsachse des Bearbeitungswerkzeugs  
 B-B Schwenkachse des Winkelsupports  
 C-C Drehachse des Werkstückträgers 22  
 X Bewegungskordinate des Supports oder Schlittens 7  
 Z Bewegungskordinate des Supports oder Schlittens 8

# Patentansprüche

1. Maschine (1) zur materialabtragenden Bearbeitung optischer Werkstoffe für die Herstellung von Optikteilen, insbesondere von Brillengläsern, mit sphärischen, asphärischen, torischen, atorischen, zylindrischen oder auch anderen optisch wirksamen Flächen, durch Fräs- und/oder Schleif- sowie Polierprozesse, umfassend
  - einen Spindelstock (5) mit einer rotierenden Spindel (20), auf deren freiem Ende ein Werkstückträger (22) für einen Optikkörper (23), z. B. eine Blockspanneinrichtung für einen Linsenrohling, sitzt,
  - einen Antriebskopf (15) mit einer schnell laufenden Spindel (18) für die Aufnahme eines Bearbeitungswerkzeugs (19), bspw. eines Fräasers oder Schleifkörpers,
  - zwei Supporte oder Schlitten (7 und 8), die relativ zueinander und zu einem Grundgestell (2) in einem rechtwinkligen oder karthesischen Koordinatensystem (X, Z) verstellbeweglich angeordnet sind,
  - einen Winkelsupport (12), mit dem das Bearbeitungswerkzeug (19) relativ zum Werkstückträger (22) und/oder Optikkörper (23) in seine Bearbeitungsposition bringbar ist,
  - wobei durch die im Koordinatensystem (X, Z) verstellbaren Supporte oder Schlitten (7, 8) das Bearbeitungswerkzeug (19) gegen das Werkstück bzw. den Optikkörper (23) an- und zustellbar ist,
  - wobei einer (8) der Supporte oder Schlitten (7 und 8) in Richtung der bzw. parallel zur Drehachse (C-C) von Spindel (20) und Werkstückträger (22) des Spindelstockes (5) verstellbar und der andere Support oder Schlitten (7) quer zur Drehachse (C-C) von Spindel (20) und Werkstückträger (22) des Spindelstockes (5) verstellbar ausgerichtet ist,
  - und wobei die zu einer durch beide Koordinaten (X und Z) des Koordinatensystems (X, Z) geführten Ebene parallele Achsebene des Antriebskopfes (15) und des Bearbeitungswerkzeugs (19) mit der Drehachse (C-C) der Werkstückträgerspindel (20) des Spindelstockes (5) zusammenfällt,**dadurch gekennzeichnet, daß**
  - der Winkelsupport (12) mit dem Antriebskopf (15) und dem Bearbeitungswerkzeug (19) um eine Achse (B-B) gesteuert schwenkverstellbar angeordnet ist, die sich im rechten

- Winkel zu der durch beide Koordinaten (X und Z) des Koordinatensystems (X, Z) geführten Ebene erstreckt,
- diese Schwenkverstell-Achse (13, B-B) in ständiger Flucht- bzw. Deckungslage mit einem Mittelpunkt (M) (Zentrum) zum Schneidenverlauf des Bearbeitungswerkzeugs (19) um die Spindeldrehachse (A-A) des Antriebskopfes (15) gehalten ist,
  - und diese Schwenkverstell-Achse (13, B-B) sich zugleich auch ständig im rechten Winkel zur Spindeldrehachse (A-A) des Antriebskopfes (15) bzw. Bearbeitungswerkzeugs (19) erstreckt,
  - wobei außer dem Antriebs- bzw. Stellmotor (21) der Werkzeugträger-Spindel (20) und den Stellmotoren (10, 11) für die beiden Supporte oder Schlitten (7 und 8) auch noch ein Stellmotor (14) für die Schwenkverstell-Achse (13, B-B) des Winkelsupports (12) in rechnergesteuerter Verbindung mit einem Servoregler (24) steht.
2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkelsupport (12) aus einer auf die Drehachse (C-C) von Spindel (20) und Werkstückträger (22) des Spindelstockes (5) ausgerichteten Grund- bzw. Ausgangsstellung um die Schwenkverstell-Achse (B-B, 13) sowohl im Uhrzeiger-Drehsinn als auch im Gegenuhrzeiger-Drehsinn jeweils um einen Winkel bis zu 90° verlagerbar vorgesehen bzw. angeordnet ist.
  3. Maschine nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneidenverlauf am Bearbeitungswerkzeug (19) bezogen auf dessen in ständiger Flucht- bzw. Deckungslage mit der Schwenkverstell-Achse (B-B, 13) des Winkelsupports (12) gehaltenen bzw. ausgerichteten Mittelpunkt (M) mit einem definierten Durchmesser (34-34) und auf einem definierten Kreisausschnitt (28) vorgesehen ist.
  4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneidenverlauf des Bearbeitungswerkzeugs (19) mittels des Winkelsupports (12) relativ zu dem vom Werkstückträger (22) des Spindelstockes (5) gehaltenen Optikkörper (23) auf jeden beliebigen Bearbeitungspunkt eines von Verschreibungs- bzw. Rezeptinformationen bestimmten Satzes von Bearbeitungspunkt-Daten exakt tangential ausrichtbar ist.
  5. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindel (20) mit dem Werkstückträger (22) im Spindelstock (5) drehantreibbar (21), aber relativ zu einem Grundgestell (2) axial fest gelagert ist, und daß der Antriebskopf (15) mit Werkzeugspindel (18) und Bearbeitungswerkzeug (19) auf einem vom Spindelstock (5) unabhängigen bzw. getrennt am Grundgestell (2) angeordneten Support bzw. Schlitten (8) sitzt, wobei der Schlitten (8) in Richtung der bzw. parallel zur Drehachse (C-C) von Spindel (20) und Werkstückträger (22) des Spindelstockes (5) relativ zum Grundgestell (2) verstellbar ist.
  6. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der den Winkelsupport (12) für den Antriebskopf (15) mit Werkzeugspindel (18) und Bearbeitungswerkzeug (19) tragende Support bzw. Schlitten (8) der eine Teil eines Kreuzsupportes oder -schlittens (6) ist, welcher mit

seinem anderen Support bzw. Schlittenteil (7) verstellbeweglich auf dem Grundgestell (2) ruht, auf bzw. in dem der Spindelstock (5) mit der Werkstückträger-Spindel (20) axial fest angeordnet ist.

7. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 5 dadurch gekennzeichnet, daß die Spindel (20) mit dem Werkstückträger (22) im Spindelstock (5) drehantreibbar (21), aber axial fest gelagert ist, daß der Spindelstock auf einem Support bzw. Schlitten sitzt, der in Richtung bzw. parallel zur Drehachse 10 von Spindel und Werkstückträger verstellbar an einem Grundgestell geführt ist, und daß der Winkelsupport für den Antriebskopf mit Werkzeugspindel und Bearbeitungswerkzeug von einem 15 zweiten Support bzw. Schlitten getragen ist, welcher in Richtung quer zur Drehachse von Spindel und Werkstückträger des Spindelstockes verstellbar ebenfalls auf dem Grundgestell geführt ist.

8. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 20 dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachse (C-C) von Spindel (20) und Werkstückträger (22) des Spindelstockes (5) im Grundgestell (2) vertikal orientiert bzw. ausgerichtet ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**





Fig.2

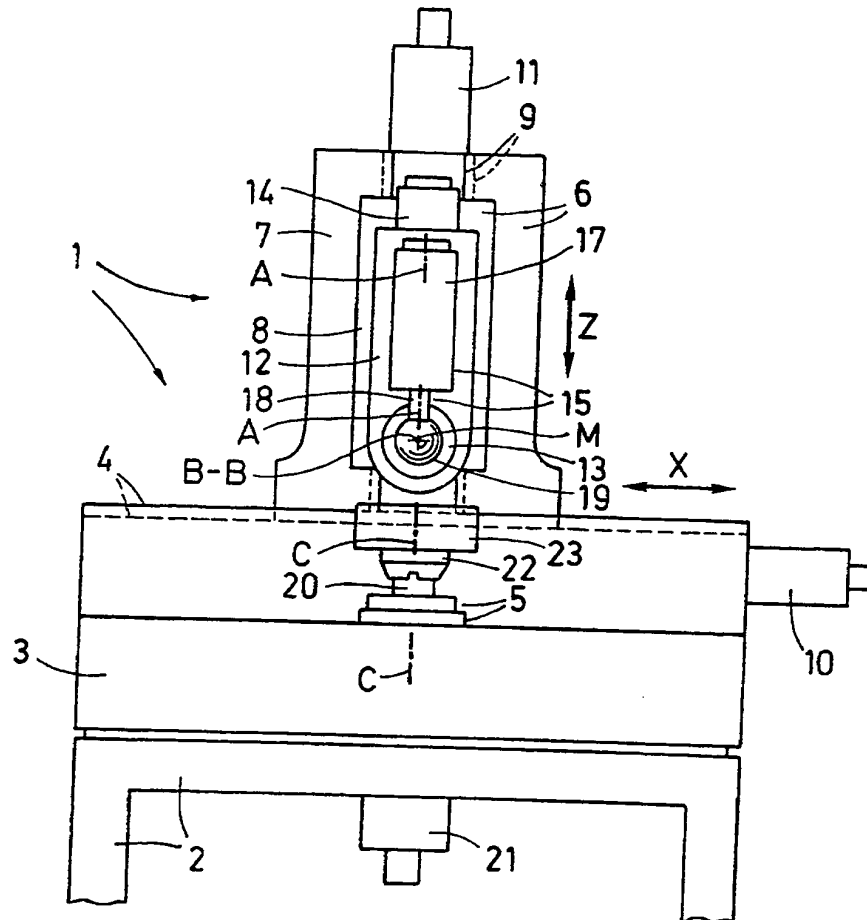


Fig.3

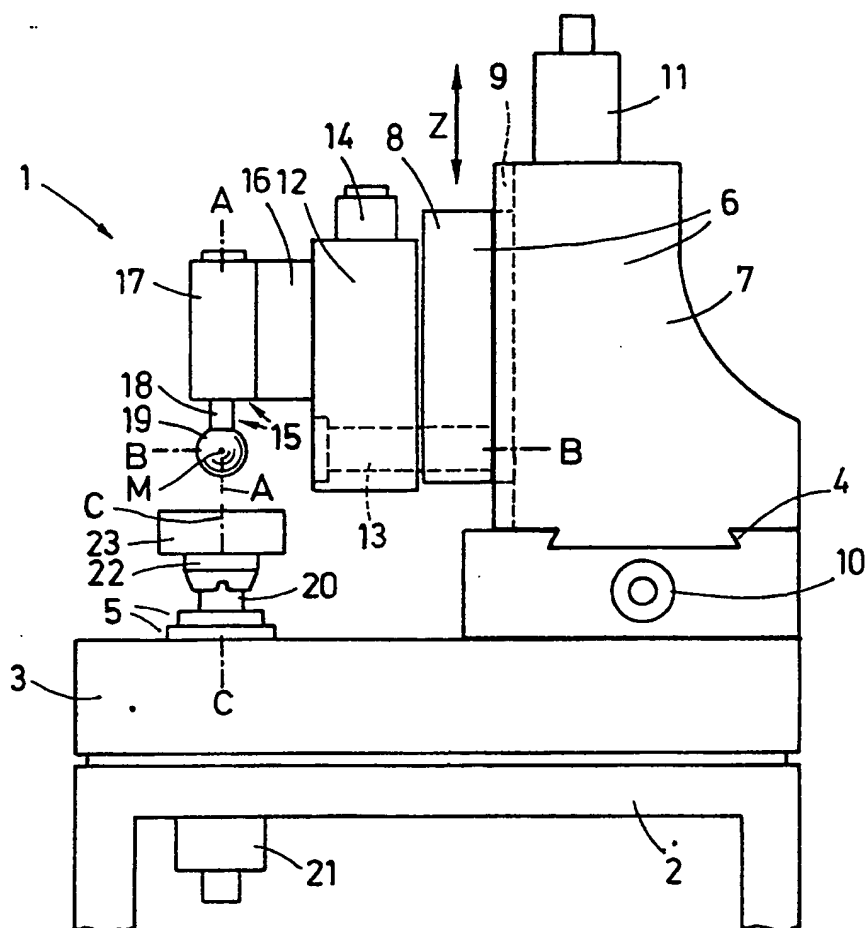


Fig. 4a

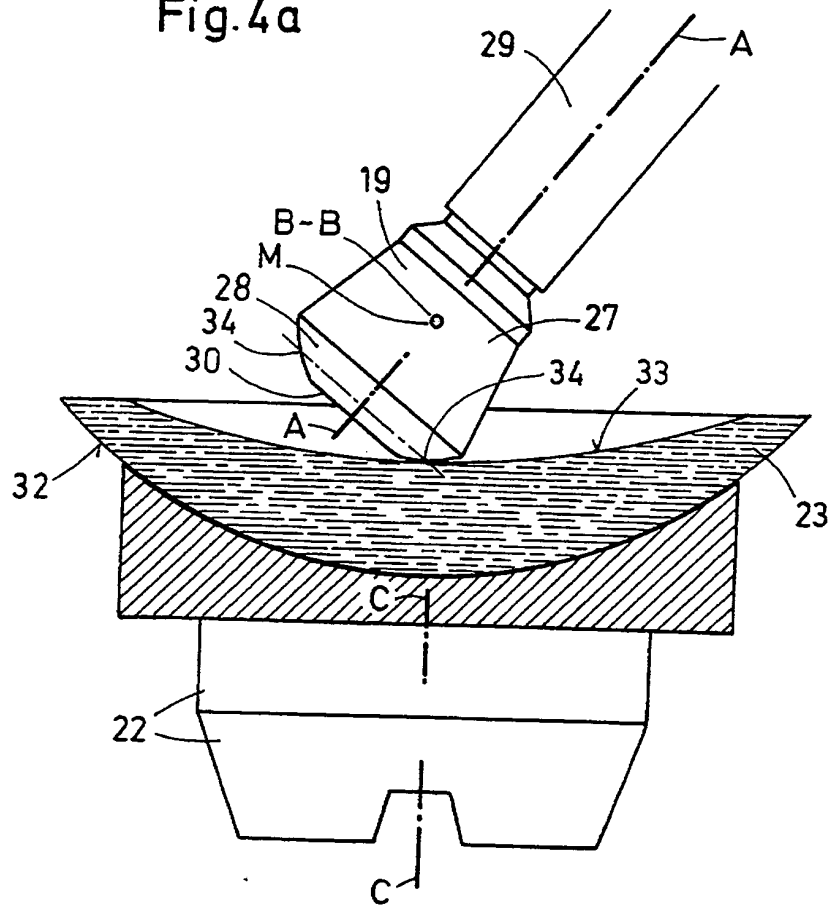


Fig. 4 b

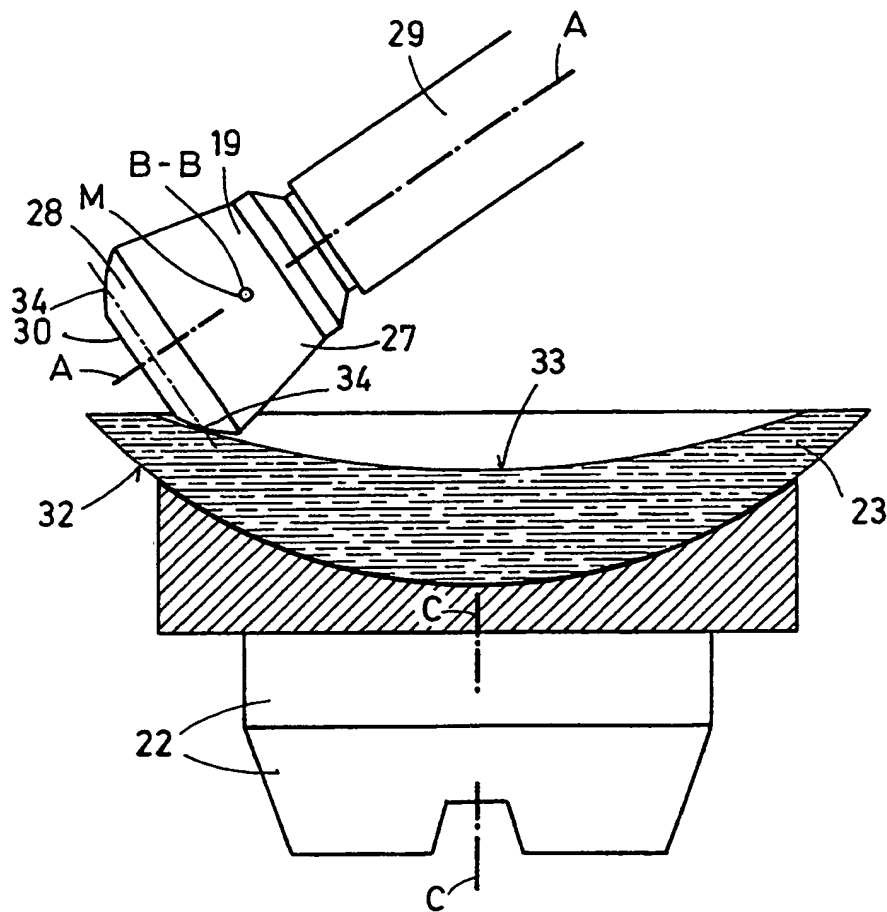
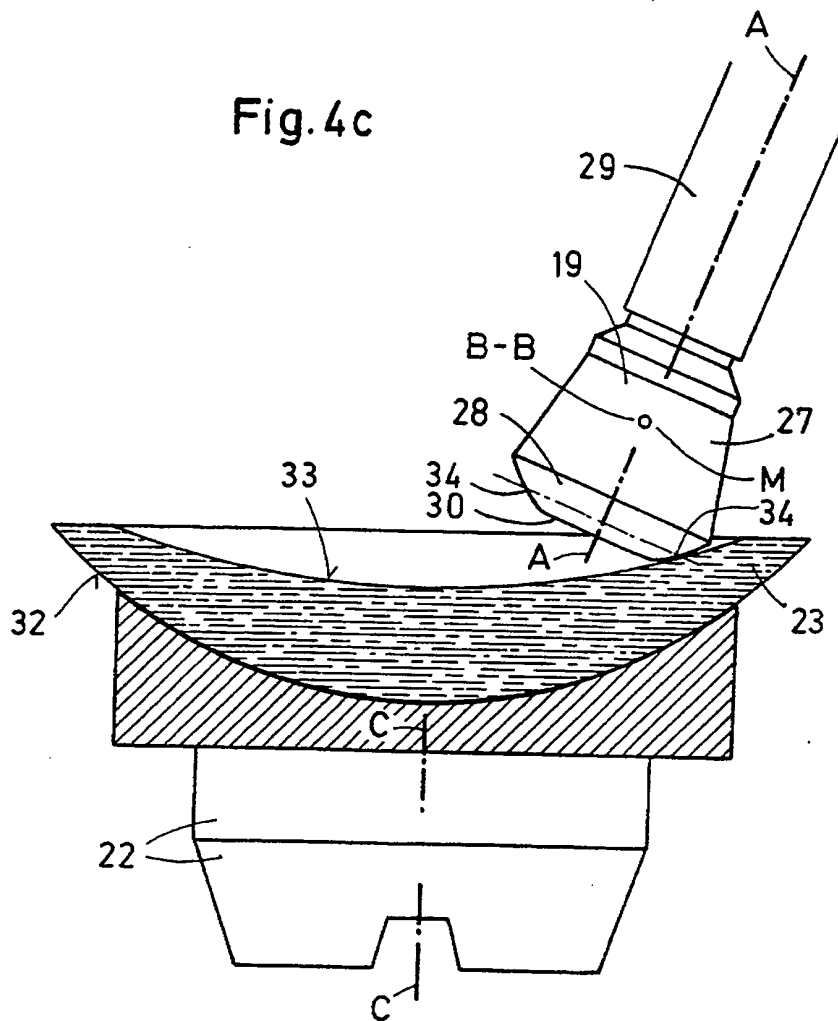


Fig. 4c



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**